



PATENT
0020-5207P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: FUKUNAGA et al. Conf.: UNASSIGNED
Appl. No.: 10/736,701 Group: UNASSIGNED
Filed: December 17, 2003 Examiner: UNASSIGNED
For: METALLIC POROUS BODY

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 17, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2003-355027	October 15, 2003
JAPAN	2002-364607	December 17, 2002

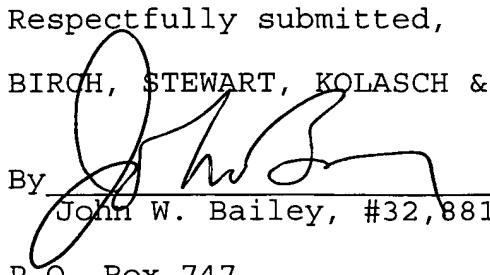
A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By


John W. Bailey, #32,881

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

JWB/enm
0020-5207P

Attachment(s)

(Rev. 02/12/2004)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

FUKUNAGA et al.
Appl. No. 101736,701
Filed Dec. 17, 2003
Docket No. 0020-5207P
Birch, Stewart, kolasch &
Birch, LLP
(703) 205-8000

1 of 2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年10月15日
Date of Application:

出願番号 特願2003-355027
Application Number:

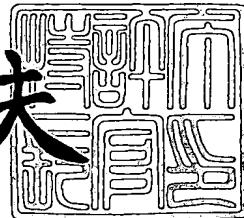
[ST. 10/C] : [JP2003-355027]

出願人 日立マクセル株式会社
Applicant(s): 株式会社櫛部製作所

2003年12月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P321301015
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G06F 1/26
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
 【氏名】 福永 浩
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
 【氏名】 岸見 光浩
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市淀川区三津屋南1丁目16番28号
 【氏名】 森島 政男
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市淀川区新高5丁目3番24号
 【氏名】 山下 寿彦
【特許出願人】
 【持分】 3/10
 【識別番号】 000005810
 【氏名又は名称】 日立マクセル株式会社
【特許出願人】
 【持分】 7/10
 【識別番号】 502013090
 【氏名又は名称】 株式会社柳部製作所
【代理人】
 【識別番号】 100077920
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 折寄 武士
 【電話番号】 06-6312-4738
 【ファクシミリ番号】 06-6312-6206
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-364607
 【出願日】 平成14年12月17日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 058469
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0112119

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

金属板の表裏に、交互に突出するように形成された多数の突起を有し、各突起は、上底（突出部）の面積が、下底の面積よりも狭い角錐台状に形成されており

各突起の前記上底には、上底から下底方向に向かって打ち抜かれた、平面視で多角形状の開口部が形成されており、

表面側の上底と裏面側の上底との上下方向にかかる間隔寸法をd、打ち抜かれた部分の高さ寸法をeとしたときに、 $0.3 < e/d < 0.9$ が成り立っていることを特徴とする金属多孔体。

【請求項2】

短辺と長辺とを有する長方形形状の平板状の金属板を、一対のエンボスロールの対向間隙に長辺方向から送り込むことによってプレス成型された、多数独立の開口部を有する金属多孔体であって、

前記金属板の表裏に、交互に突出する多数の突起を有し、

各突起は、上底（突出部）の面積が下底の面積よりも狭い菱形錐台状に形成されており

各突起の上底には、上底から下底方向に向かって打ち抜かれた、平面視で菱形形状の開口部が形成されており、

前記開口部は、上底の中央部に凹み形成された菱形錐形状の小凹部と、該小凹部の中央部において、上底の四つの角部に向かう十字手裏剣状の開口とからなり、前記小凹部は、4枚の三角形状の花弁状片が下方向に拡開する花弁状を呈するものとなっており、

前記突起の菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線の一方の伸び方向が、前記金属多孔体の長辺方向と一致するようにしてあることを特徴とする金属多孔体。

【請求項3】

短辺と長辺とを有する長方形形状の平板状の金属板を、一対のエンボスロールの対向間隙に長辺方向から送り込むことによってプレス成型された、多数独立の開口部を有する金属多孔体であって、

前記金属板の表裏に、交互に突出する多数の突起を有し、

各突起は、上底（突出部）の面積が下底の面積よりも狭い三角錐台状に形成されており

各突起の上底には、上底から下底方向に向かって打ち抜かれた、平面視で三角形状の開口部が形成されており、

前記開口部は、上底の中央部に凹み形成された三角錐形状の小凹部と、該小凹部の中央部において、上底の三つの角部に向かう三方手裏剣状の開口とからなり、前記小凹部は、3枚の三角形状の花弁状片が下方向に拡開する花弁状を呈するものとなっており、

前記突起の三角の一辺の伸び方向が、前記金属多孔体の長辺方向と一致するようにしてあることを特徴とする金属多孔体。

【請求項4】

表面側の上底と裏面側の上底との上下方向にかかる間隔寸法をd、打ち抜かれた花弁部分の高さ寸法をeとしたときに、 $0.3 < e/d < 0.9$ が成り立っていることを特徴とする請求項2又は3記載の金属多孔体。

【請求項5】

前記金属板の板厚hが、 $1.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ である請求項1乃至4のいずれかに記載の金属多孔体。

【請求項6】

前記突起を含む金属多孔体の厚み寸法dが、 $0.06 \sim 1.2 \text{ mm}$ であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の金属多孔体。

【請求項7】

前記金属板が、単位重量 $5.0 \sim 45.0 \text{ g/m}^2$ の範囲にある請求項1乃至6のいずれか

に記載の金属多孔体。

【請求項8】

前記突起の下方向に打ち抜かれた部分と、上底の平面部分とのおりなす角 θ が、 0° 以上、 90° 以下である請求項1乃至7のいずれかに記載の金属多孔体。

【書類名】明細書

【発明の名称】金属多孔体

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池やキャパシタなどの電気化学素子の電極、あるいは各フィルター材として利用可能な金属多孔体に関する。

【背景技術】

【0002】

電気やキャパシタや燃料電池などの電気化学素子の分野においては、電極基材として2次元的または3次元的な金属製の多孔体が用いられている。また、エアフィルターやオイルミストフィルターなどの各種フィルター材などにも同様の金属多孔体が利用されている。かかる2次元的な金属多孔体の代表例としては、銅箔や鋼板に穿孔（パンチング）を施した穿孔鋼板（通称：パンチングメタル）、あるいは金属板を引き伸ばし、網目状にしたエキスパンドメタルなどを挙げることができる。

【0003】

3次元的な金属多孔体としては、発泡メタルを挙げができる。発泡は、通常、格子状の孔を有するウレタンフォームにニッケルなどの金属をメッキして、還元性雰囲気で焼結し、さらにウレタンフォームを除去する工程により作製される。ナイロン等の細い纖維を折り合わせた不織布にメッキし、同様の工程で作製される纖維金属もある。

【0004】

電池等の電気化学素子の電極基材として用いる場合には、より電気を取り易い構造にする必要がある。このため、従来においては発泡メタル等の3次元的な金属多孔体を用いることが一般的となっている。しかし、3次元的な金属多孔体は、2次元的な金属多孔体と比べてウレタン等の材料費がかかり、また焼結等の工程を必要とするため、製造コストが非常に高くつく。また、3次元構造をとるため、纖維や骨格等を太くして強度を向上させる必要があり、その結果、必然的に重量が重くなり、活物質の充填量が低下し、電池容量の低下を招く不利もある。

【0005】

以上のような3次元的な金属多孔体を電極基材とした場合の不具合を解消するものとして、特許文献1には、金属板の上下に金属纖維等を付けた基材を集電体として用いることが提案されている。特許文献2には、エンボス加工で押圧力を付加し、凹凸部の頂点にバリを設けた金属板を基材とする製造方法が提案されている。特許文献3には、金属板を波型に加工した基材を用いることが提案されている。

【0006】

【特許文献1】特開平9-25991号公報

【特許文献2】特開平10-106580号公報

【特許文献3】特開平9-7603号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記エンボス加工で押圧力を付加し、凹凸部を設けた金属多孔体を用いる場合や波型に加工を加える場合は、バリや鋭利な凸部が基材の表面に形成されやすいという問題が生じる。また、基材の表面に鋭利な部分を形成する場合、一回の工程での基材作製が難しい点でも不利がある。すなわち、一旦凹凸を作製してからバリを作製する、あるいは波型に加工する等の二つ以上の工程が必要となり、このように機械加工の工程が多くなると、基材に歪が蓄積されて破断し易くなり、結果として歩留まりの低下を招く。歪を解消するためには、熱処理等を施せばよいが、その場合には新たな工程の追加が必要となり、その分だけ製造コストが増加する。連続して基材を作製するとき、基材を巻き取る必要があるが、表面に波型や鋭利な突起があると巻き取り時に引っ掛かり易く、歩留まりの低下を招き、また作製した基材を取り扱う場合に、ハンドリングに留意する必要もある。

【0008】

本発明の目的は、断面が立体構造で表面にバリや鋭利な凸部が表面に一切なく、微細なピッチで並ぶ多数個の微細口を有し、しかも軽量でありながら堅固な骨格構造を持つ金属多孔体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明は、図1ないし図3に示すごとく、平板状の金属板2に対してプレス加工を施すことにより成型された、多数独立の開口部8を有する金属多孔体1である。この金属多孔体1は、金属板2の表裏に、交互に突出するように形成された多数の突起3を有する。各突起3は、上底5(突出部)の面積が下底6の面積よりも狭い角錐台状に形成されている。各突起3の上底5には、上底5から下底6の方向に向かって打ち抜かれた、平面視で多角形状の開口部8が形成されている。そして、表面側の上底5と裏面側の上底5との上下方向にかかる間隔寸法、すなわち金属多孔体2の厚み寸法をd、打ち抜かれた部分の高さ寸法をeとしたときに、 $0.3 < e/d < 0.9$ が成り立つように各部の寸法が設定されている。なお、ここで「平面視で多角形状の開口部8」とは、角の一部が丸みを帯びた略多角形状の開口部を含む概念であり、全体として多角形状となっているものを含む。

【0010】

本発明は、図4に示すごとく、短辺と長辺とを有する長方形状の平板状の金属板2を、一对のエンボスロール12a・12bの対向間隙Sに長辺方向から送り込み、これにプレス加工を施すことにより成型された、多数独立の開口部8を有する金属多孔体1である。図1および図7に示すごとく、この金属多孔体1は、金属板2の表裏に、交互に突出する多数の突起3を有する。各突起3は、上底5(突出部)の面積が下底6の面積よりも狭い菱形錐台状に形成されている。各突起3の上底5には、上底5から下底6方向に向かって打ち抜かれた、平面視で菱形形状の開口部8が形成されている。この開口部8は、上底5の中央部に凹み形成された菱形錐形状の小凹部9と、該小凹部9の中央部において、上底5の四つの角部に向かう十字手裏剣状の開口10とからなり、小凹部9は、4枚の三角形状の花弁状片が下方向に拡開する花弁状を呈するものとなっている。そして、突起3の菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線(i,j)の一方の伸び方向が、金属多孔体3の長辺方向と一致するようにしてあることを特徴とする。

【0011】

本発明は、図4に示すごとく、短辺と長辺とを有する長方形状の平板状の金属板2を、一对のエンボスロール12a・12bの対向間隙Sに長辺方向から送り込み、これにプレス加工を施すことにより成型された、多数独立の開口部8を有する金属多孔体1である。図1および図9に示すごとく、この金属多孔体1は、金属板2の表裏に、交互に突出する多数の突起3を有する。各突起3は、上底5(突出部)の面積が下底6の面積よりも狭い三角錐台状に形成されている。各突起3の上底5には、上底5から下底6方向に向かって打ち抜かれた、平面視で三角形状の開口部8が形成されている。この開口部8は、上底5の中央部に凹み形成された三角錐形状の小凹部9と、該小凹部9の中央部において、上底5の三つの角部に向かう三角手裏剣状の開口10とからなり、小凹部9は、3枚の三角形状の花弁状片が下方向に拡開する花弁状を呈するものとなっている。そして、突起3の三角形の一辺(n)の伸び方向が、金属多孔体1の長辺方向と一致するようにしてあることを特徴とする。

【0012】

図7および図9に示すような形態においても、表面側の上底5と裏面側の上底5との上下方向にかかる間隔寸法、すなわち金属多孔体2の厚み寸法をd、打ち抜かれた花弁部分の高さ寸法をeとしたときに、 $0.3 < e/d < 0.9$ が成り立つように各部の寸法を設定することが好ましい。

【0013】

加工前の金属板2の板厚hは、 $1.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。突起3を含む金

属多孔体1の板厚dは0.06～1.2mmにあることが好ましい。金属板2は、その重量が50～450g/m²の範囲にあることが好ましい。図1に示すごとく、突起3の下方向に打ち抜かれた部分と、上底の平面部分とのおりなす角θが、0°以上、90°以下であることが好ましい。

【0014】

本発明の金属多孔体1の製造では、金属板2をプレス加工する一対のエンボスロール12a・12bとして、図4および図5に示すごとく、特定の構造を有するロール12a・12bを使用する。このエンボスロール12a・12bの表面には、多数の角錐台状の凸凹部14・15が、縦横交互に互い違いに碁盤の目状に設けられている。各凸部14の中央部には、多角錐状の微小凹部17が凹み形成されている。各凹部15の中央部には、微小凸部18が突出形成されている。この微小凸部18は、平面視で凹部15の角部の方向に向かうような複数個の頂点を有する多方手裏剣状を呈していて、各頂点と中央の突出頂点部とを結ぶ峰部分は切刃状に形成されている。図6に示すごとく、二つのエンボスロール12a・12bの凸凹部14・15および微小凹凸部17・18は、互いに食い違うように設けられており、これらエンボスロール12a・12bは、その凸凹部14・15および微小凹凸部17・18が互いにかみ合う状態で、互いに反対方向に回転する。

【0015】

そして、図4に示すごとく、エンボスロール12a・12bの対向間隙Sに金属板2を送り込むことにより、上下の凸凹部14・15によって、該金属板2の表裏面に交互に突出するように角錐台状の突起3がエンボス加工により形成され、それと同時に、各突起3の上底5が微小凸部18で突き破られて、上底5から下底6の方向に向かって打ち抜かれた多角錐状の開口部8が形成される。

【0016】

具体的には、図4に示すごとく、金属体2は、短辺と長辺とを有する長方形状を呈するものとし、エンボスロール12a・12bの対向間隙に向かって、金属体2を長辺方向から送り込むようとする。図8に示すごとく、エンボスロール12a・12bの表面に形成された凹凸部14・15を、菱形錐台状に形成する。各凸部14の中央部には、菱形錐状の微小凹部17を凹み形成する。各凹部15の中央部には、平面視で凹部15の角部の方向に向かうような四個の頂点を有する十字手裏剣状（四方手裏剣状）の微小凸部18を突出形成する。凹凸部14・15の菱形の対向する角部を結んでなる二つの対角線の一方の伸び方向が、金属板2の長辺方向、すなわち金属板2のエンボスロール12a・12bへの送り込み方向と一致するように、これら凹凸部14・15を形成する。

【0017】

そして、図4に示すようにエンボスロール12a・12bの対向間隙Sに金属板2を送り込むと、図7に示すごとく、金属板2の表裏面に交互に突出するような菱形錐台状の突起3が、その菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線（i、j）の一方の伸び方向が、金属体2の長辺方向と一致するような姿勢で形成される。

【0018】

また、図4に示すごとく、金属体2は、短辺と長辺とを有する長方形状を呈するものとし、エンボスロール12a・12bの対向間隙に向かって、金属体2を長辺方向から送り込むようにしたうえで、図10に示すごとく、エンボスロール12a・12bの表面に形成された凹凸部14・15を、三角錐台状に形成してもよい。この場合には、各凸部14の中央部には、三角錐形状の微小凹部15を凹み形成する。各凹部15の中央部には、平面視で凹部15の角部の方向に向かうような三個の頂点を有する三方手裏剣状の微小凸部18を突出形成する。凹凸部14・15の三角形の一辺の伸び方向が、金属板2の長辺方向、すなわち該金属板2のエンボスロール12a・12bへの送り込み方法と一致するように、凹凸部14・15を形成する。

【0019】

そして、エンボスロール12a・12bの対向間隙Sに金属板2を送り込むと、該金属板2の表裏面に交互に突出するような三角錐台状の突起3が、その三角形の一辺（n）の

伸び方向が、金属体2の長辺方向と一致するような姿勢で形成される。

【発明の効果】

【0020】

本発明に係る金属多孔体においては、図1に示すごとく、表裏面に突起3が互いに逆になるようにエンボス加工を施し、且つ表裏面側の突起3の中央部に開口部8を設けたので、金属多孔体1は高い空間率を有するものとなる。従って、当該金属多孔体1を電極基材に適用した場合には、多くの活物質含有ペーストを塗布して、電池容量の高容量化に寄与できる。また、活物質の利用率を向上させ、ひいては集電性能の向上を図ることができる。

【0021】

図2に示すごとく、四角錐台状の突起3の上底5（突出部、つまり突起の突出端面）の面積を下底6より小さく角錐台状に形成することで、突起部3に合剤含有ペースト（以下、単にペーストともいう）が入り込み易く、塗布時のペースト充填率を向上させることができる。各突起3に備わる上底開口部8を多角孔（例えば、上底側開口部8が四角形の孔）にすることで、上底側開口部8を広くとり、充填量および充填性を向上させることができる。

【0022】

打ち抜きバリ7を上底5から下底6に向かって作製することで、金属多孔体1の表面に鋭利な金属突起ができるのを防いで、活物質含有ペーストの連続塗布時にドクターブレードに引っ掛け、金属多孔体1が破断する、あるいは、均一な塗布ができないといった問題を回避することができる。金属多孔体1の厚み寸法(d)と打ち抜かれた部分の高さ寸法(e)の関係から、e/dは0.3～0.9である必要がある。このように設定しておかないと、突起3の上底5から下底6に向かって形成される打ち抜きバリ7の先端が、その形成角度や長さにもよるが、下底6側の最表面から突出してしまうおそれがある。また、e/dが0.3以下では活物質からの距離が遠くなり、集電効率が低下する。e/dが0.9以上であるとハンドリング時にバリ7が引っ掛けられる可能性があり、作業性が低下し歩留まりが悪くなる不具合もある。

【0023】

金属多孔体1を構成する金属板2の板厚は、10～50μmが好ましい。10μm以下では、加工後の強度が弱く、堅固な骨格構造が得られない。50μm以上では、成形後の金属多孔体1に占める金属部分の体積が多くなり、活物質の充填率が低くなり、電池容量の低下を招く。

【0024】

四角錐台状の突起3を含む金属多孔体1の厚み寸法dは、0.06～1.2mmであることが好ましい。活物質充填後、カレンダーまたはプレス等の工程を経るため、0.06mm以下では十分な活物質を充填できない。1.2mm以上となると、活物質と金属板2との距離が長くなるため、活物質の利用率が低くなり、電池容量が低下する。

【0025】

金属板2の重量は50～450g/m²とする。50g/m²以下では、電池用電極として十分な強度を保つことができない。450g/m²以上となると、成形後の金属部分の占める重量が多くなり、活物質の充填量が低下する。従って、金属板2の重量は50～450g/m²、より好ましくは75～425g/m²の範囲である。

【0026】

前記突起3の下方向に打ち抜かれた部分と、上底5の平面部分とのおりなす角θは、0°以上、90°以下であることが好ましく、20°以上、90°以下であることがより好ましい。0°とはすなわち、開口部8が打ち抜かれていない状態を意味する。さらに20°≤θとすることで、空孔率を高め、活物質の充填性を良くし、活物質の利用率の向上に寄与できるため、金属多孔体1は、電池やキャパシタなどの電気化学素子の電極基材として好適なものとなる。90°より大きい角度では、金属多孔体1の成型そのものが困難、或いは多くの工数が必要となり、製造コストが多大に掛かる不利がある。また、打ち抜き部

分の中心部分に充填された活物質の利用率が低下するため、電気化学素子の電極基材としては不適となる。

【0027】

図7に示すごとく、各突起3を菱形錐台状として、突起3の菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線（i、j）の一方の伸び方向（図7においては対角線jの伸び方向）が、金属板2（金属多孔体1）の長辺方向、すなわち基材である金属体2のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sへの送り込み方向と一致するようにしてあると、菱形の突起3を構成する各辺の伸び方向と、金属体2のエンボスローラ12a・12bへの送り込み方向とが一致する形態に比べて、プレス成型時に金属板2に作用する、該金属板2をその長辺方向に伸ばそうとする力を2方向に分散して、該力を可及的に小さく抑えることができる。従って、金属板2が不用意に長辺方向に伸びることをよく防いで、金属多孔体1を寸法精度良く作製できる。また、金属多孔体1により皺ができたり、開口部8が大きくなつて金属多孔体1が断裂することもよく抑えることができる。

【0028】

図9に示すごとく、各突起3を三角錐台状として、突起3の三角の一辺の伸び方向（図9においては、辺nの伸び方向）が、金属板2（金属多孔体1）の長辺方向、すなわち基材である金属体2のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sへの送り込み方向と一致するようにした場合にも、先の図7の形態と同様に、プレス成型時に金属板2に作用する該金属板2をその長辺方向に伸ばそうとする力を可及的に小さく抑えることができるので、金属板2が不用意に長辺方向に伸びることをよく防いで、金属多孔体1を寸法精度良く作製できる。また、金属多孔体1により皺ができたり、開口部8が大きくなつて金属多孔体1が断裂することもよく抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

(第1実施形態)

図1ないし図3は、本発明に係る金属多孔体を、電池等の各種電気化学素子の電極基材に適用した第1実施形態を示す。金属多孔体1は、図1および図2に示すごとく、鉄、ステンレス、ニッケル、銅、アルミニウムなどを素材とする金属板2に対してプレス加工を施してなるものであり、金属板2の表裏には、交互に突出するように形成された多数の四角錐台状の突起3が形成されている。ここでは、 $25\mu m$ の厚み寸法(h)を有するSPCC鋼板を使用し、この鋼板の表裏両面に、上底5および下底6とからなる四角錐台状の突起3を碁盤の目状に形成した。各突起3は、上底5(突出部)の面積が、下底6の面積よりも狭い正四角錐台状に形成されており、下底6の縦横長さ寸法は $1.13mm$ 、上底5の縦横長さ寸法(a・b)は $0.65mm$ (a=b=0.65mm)とした。

【0030】

各突起3の上底5には、下底6に向かって打ち抜きバリ7を有し且つ上底側開口部の形状が正方形である四角孔(開口部)8が形成されている。詳しくは、この開口部8は、上底5の中央部に凹み形成された四角錐形状の小凹部9と、小凹部9の中央部において、下底6方向に向かって打ち抜かれた十字手裏剣状の開口10とからなる。小凹部9は、4枚の花弁状片が拡開する花弁状を呈するものとなる。ここでの開口部8の縦横寸法、すなわち小凹部9の縦横寸法は、 $0.65mm \times 0.65mm$ である。

【0031】

本実施形態においては、図1に示すごとく、表裏面の突起3を含む基材1の厚み寸法dは $0.44mm$ とした。さらに、上底5の平坦部とバリ7の下端部とで規定される、打ち抜かれた部分の高さ寸法eは $0.24mm$ であり、e/dは 0.55 であった。また、突起形成後の金属板2の重量は、 $215g/m^2$ であった。

【0032】

以上のような立体構造を有する基材1は、図4に示すごとく、反対方向に回転する上下

一对のエンボスロール12a・12bの対向間隙Sに、金属板2を通すことで製造できる。図5(a)・(b)に示すように、各エンボスロール12a・12bの表面には、多数の凸部14と凹部15とが、縦横交互に互い違いに碁盤の目状に設けられている。各凸部14は、下広がりの四角錐台状に突出形成されており、その突出部20の中央部には、四角錐状の微小凹部17が凹み形成されている。各凹部15は、上広がりの四角錐台状に凹み形成されており、その陥没部21の中央部には、平面視で四部15の角部に向かうような四個の頂点を有する十字手裏剣状を呈する微小凸部18が突出形成されている。かかる微小凸部8の各頂点と中央の突出頂点部とを結ぶ尾根部分は切刃状に形成されている。凸凹部14・15は、平面視で $1.13\text{ mm} \times 1.13\text{ mm}$ の縦横寸法を有する正方形状を呈している。微小凹凸部17・18は、 $0.65\text{ mm} \times 0.65\text{ mm}$ の正方形状を呈している。ここでは凸部14の高さ寸法および凹部15の深さ寸法は 0.4 mm 、微小凸部18の高さ寸法、および微小凹部17の深さ寸法は 0.35 mm とした。

【0033】

図6に示すごとく、上下のエンボスロール12a・12bの凸凹部14・15および微小凹凸部17・18は、互いに食い違うように設けられている。すなわち、上側のロール12aの凸部14と対峙する位置に、下側のロール12bの凹部15が位置しており、同様に上側のロール12aの微小凸部18と対峙する位置に、下側のロール12bの微小凹部17が位置している。かくして、上下のエンボスロール12a・12bの対向間隙Sは、上下の凸凹部14・15および微小凹凸部17・18がかみ合う波歯型状となる。

【0034】

そして、図4に示すごとく、上下一対のエンボスロール12a・12bの対向間隙Sに、金属板2を送り込むと、上下の凸凹部14・15によって、金属板2の表裏面に交互に突出するように四角錐台状の突起3がエンボス加工により形成される。それと同時に、各突起3内に四角錐状の小凹部9が形成されるとともに、この小凹部の中央部9が微小凸部18で突き破られて、十字手裏剣状の開口10が形成される。小凹部9は、4枚の花弁状のバリが拡開する花弁形状となる。

【0035】

図3は、以上のような方法で得られた基材1の表面の凹凸状態を示すために、基材1の表面を斜め方向から撮影（倍率20倍）した写真であり、基材1は、碁盤の目状に、微細なピッチで多数個の微細口（開口部）8が並ぶものとなっていた。また、表面には、バリや鋭利な凸部が一切ないことが確認できた。なお、先の図1および図2は、金属板（SPCC鋼板）2の表裏両面に突起3が形成されている様子を概略的に示したもので、各部の寸法を正確に反映させたものではない。

【0036】

以上のように、本実施例に係る金属多孔体である基材1では、表裏面に突起3が互いに逆になるようにエンボス加工を施し、且つ表裏面側の突起3の中央部に開口部8を設けたので、金属板2の板厚が例えば $25\mu\text{m}$ である場合、その断面構造を $440\mu\text{m}$ 厚（d：図1参照）前後まで立体化することができる。これにより、空間率の高い基材1を得ることができるので、多くの活物質含有ペーストを塗布して、電池容量の高容量化を図ることができる。また、活物質の利用率を向上させ、ひいては集電性能の向上を図ることができる。四角錐台状の突起3の上底5（突出部、つまり突起の突出端面）の面積を下底6よりも小さく角錐台状に形成することで、突起部3に合剤含有ペースト（以下、単にペーストともいう）が入り込み易く、塗布時のペースト充填率を向上させることができる。隣り合う角錐台状の突起3を表裏逆に突出させて、表裏対称状とすることで、表裏のペースト塗布量を均一にし、電極形成時のプレス工程における電極のそりを抑制することができ、生産性を向上させることができる。各突起3に備わる上底開口部8を多角孔（例えば、上底側開口部8が四角形の孔）にすることで、上底側開口部8を広くとり、充填量および充填性を向上させることができる。

【0037】

そのうえで、打ち抜きバリ7を上底5から下底6に向かって作製することで、基材1の

表面に鋭利な金属突起ができるのを防いで、活物質含有ペーストの連続塗布時にドクタープレードに引っ掛けたまま、基材1が破断する、あるいは、均一な塗布ができないといった問題を回避することができる。さらに、成型後の電極表面にも基材1が露出することがなくなり、短絡を防止できる利点もある。このとき、基材1の厚み寸法(d)と打ち抜かれた部分の高さ寸法(e)の関係から、 e/d は0.3～0.9である必要がある。このように設定しておかないと、突起3の上底5から下底6に向かって形成される打ち抜きバリ7の先端が、その形成角度や長さにもよるが、下底6側の最表面から突出してしまうおそれがある。また、 e/d が0.3以下では活物質からの距離が遠くなり、集電効率が低下する。 e/d が0.9以上ではハンドリング時にバリ7が引っ掛かる可能性があり、作業性が低下し歩留まりが悪くなる不具合もある。以上より e/d は0.3～0.9の範囲が好ましく、より好ましくは0.4～0.8の範囲が好ましい。

【0038】

金属板2の板厚は、10～50μmが好ましい。10μm以下では、加工後の基材1の強度が弱く、堅固な骨格構造を得られない。50μm以上では、成形後の基材1に占める金属部分の体積が多くなり、活物質の充填率が低くなり、電池容量の低下を招く。

【0039】

四角角錐台状の突起3を含む基材1の厚み寸法dは、0.06～1.2mmであることが好ましい。活物質充填後、カレンダーまたはプレス等の工程を経るため、0.06mm以下では十分な活物質を充填できない。1.2mm以上では、活物質と金属板2との距離が長くなるため、活物質の利用率が低くなり、電池容量が低下する。

【0040】

金属板2の重量は50～450g/m²とする。50g/m²以下では、電池用電極として十分な強度を保つことができない。450g/m²以上では、成形後の金属部分の占める重量が多くなり、活物質の充填量が低下する。以上より、金属板2の重量は50～450g/m²、より好ましくは75～425g/m²の範囲である。

【0041】

上記のような特殊形状のエンボスロール12a・12bを使って基材1を製造するようにしてあると、長尺の基材1を一回の機械加工で作製することができる。基材1の製造コストが安価に済む。断面が立体構造にもかかわらず、表面にバリや鋭利な凸部がないので、巻き取りが容易であり、歩留まり良く基材1を製造できる。一回の押し込み成形で製作できるので、歪が生じ難く、従って、得られた基材1は、堅固な骨格を有し、引張強度に優れたものとなる。

【0042】

(第2実施形態)

図7に本発明の第2実施形態に係る金属多孔体を示す。金属多孔体1は、図1および図7に示すごとく、鉄、ステンレス、ニッケル、銅、アルミニウムなどを素材とする金属板2に対してプレス加工を施してなるものであり、金属板2の表裏には、交互に突出するようになされた多数の四角錐台状の突起3が形成されている。ここでは、図1に示すごとく、25μmの厚み寸法(h)を有するSPCC鋼板を使用し、この鋼板の表裏両面に、上底5および下底6とからなる菱形錐台状の突起3を基盤の目状に形成した。各突起3は、上底5(突出部)の面積が、下底6の面積よりも狭い菱形錐台状に形成されており、下底6の対角線の長さ寸法(i,j)は、i=0.8mm、j=1.0mmとした。

【0043】

各突起3の上底5には、上底5から下底6方向に向かって打ち抜かれた、平面視で菱形形状の開口部8が形成されている。詳しくは、この開口部8は、上底5の中央部に凹み形成された菱形錐形状の小凹部9と、該小凹部9の中央部において、下底6方向に向かって打ち抜かれた十字手裏剣状の開口10とからなる。小凹部9は、4枚の花弁状片が拡開する花弁状を呈するものとなる。ここでの開口部8の対角線(k,m)の長さ寸法、すなわち小凹部9の対角線の長さ寸法(k,m)は、k=0.4mm、m=0.6mmである。金属多孔体1の厚み寸法dは、0.44mmとした。さらに上底5の平坦部とバリ7の下端部とで規定

される、打ち抜かれた部分の高さ寸法 e は、0.24 mm であり、e/d は 0.55 であった。また、突起形成後の金属体 2 の重量は、215 g/m² であった。

【0044】

そのうえで本実施形態においては、突起 3 の菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線 (i, j) の伸び方向の一方が、金属多孔体 1 の長辺方向と一致するようにしてある点が着目される。図 7 には、対角線 j の伸び方向が、金属多孔体 1 の長辺方向と一致する形態を示す。

【0045】

このように、菱形の突起 3 の一方の対角線が、金属多孔体 1 の長辺方向と一致するようにしてあると、すなわち基材である金属体 2 のエンボスローラ 12a・12b の対向間隙 S への送り込み方向と一致するようにしてあると、菱形の突起 3 を構成する各辺の伸び方向と、金属体 2 のエンボスローラ 12a・12b への送り込み方向とを不一致となる。このため、図 2 に示すごとく、四角形の突起 3 を構成する各辺の伸び方向と、金属体 2 のエンボスローラ 12a・12b への送り込み方向とが一致する形態に比べて、プレス成型時に金属板 2 に作用する、該金属板 2 をその長辺方向に伸ばそうとする力を 2 方向に分散して、この力を可及的に小さく抑えることができる。従って、金属板 2 が不用意に長辺方向に伸びることをよく防いで、金属多孔体 1 を寸法精度良く作製できる。また、金属多孔体 1 により皺ができたり、開口部 8 が大きくなつて金属多孔体 1 が断裂することもよく抑えられることがある。

【0046】

以上のような立体構造を有する基材 1 は、図 4 に示すごとく、反対方向に回転する上下一対のエンボスロール 12a・12b の対向間隙 S に、金属板 2 を通すことで製造できる。図 8 (a) に示すように、各エンボスロール 12a・12b の表面には、多数の凸部 14 と凹部 15 とが、縦横交互に互い違いに碁盤の目状に設けられている。図 8 (b) に示すごとく、各凸部 14 は、下広がりの菱形錐台状に突出形成されており、その突出部の中央部には、菱形錐状の微小凹部 17 が凹み形成されている。各凹部 15 は、上広がりの菱形錐台状に凹み形成されており、その陥没部 21 の中央部には、平面視で凹部 15 の角部の方向に向かうような四個の頂点を備える十字手裏剣状の微小凸部 18 が突出形成されている。微小凸部 8 の各頂点と中央の突出頂点部とを結ぶ尾根部分は切刃状に形成されている。各凹凸部 14・15 の菱形の互いに対向する角部を結んでなる二つの対角線の一方の伸び方向が、金属板 2 の長辺方向、すなわち金属板 2 のエンボスローラ 12a・12b への送り込み方向と一致するように、これら凹凸部 14・15 を形成してある。

【0047】

図 6 に示すごとく、上下のエンボスロール 12a・12b の凸凹部 14・15 および微小凹凸部 17・18 は、互いに食い違うように設けられている。すなわち、上側のロール 12a の凸部 14 と対峙する位置に、下側のロール 12b の凹部 15 が位置しており、同様に上側のロール 12a の微小凸部 18 と対峙する位置に、下側のロール 12b の微小凹部 17 が位置している。かくして、上下のエンボスロール 12a・12b の対向間隙 S は、上下の凸凹部 14・15 および微小凹凸部 17・18 がかみ合う波歯型状となる。

【0048】

そして、図 4 に示すようにエンボスロール 12a・12b の対向間隙 S に金属板 2 を送り込むと、図 7 に示すごとく、金属板 2 の表裏面に、菱形錐台状の突起 3 が形成される。このとき、菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線 (i, j) の一方の伸び方向が、金属体 2 の長辺方向と一致するように、突起 3 が形成される。

【0049】

(第3実施形態)

図 9 に、本発明の第3実施形態に係る金属多孔体を示す。金属多孔体 1 は、図 1 および図 9 に示すごとく、鉄、ステンレス、ニッケル、銅、アルミニウムなどを素材とする金属板 2 に対してプレス加工を施してなるものであり、金属板 2 の表裏には、交互に突出するように形成された多数の正三角錐台状の突起 3 を碁盤の目状に形成した。各突起 3 は、上

底5（突出部）の面積が、下底6の面積よりも狭い菱形錐台状に形成されており、下底6の一辺の長さ寸法oは、1.2mmとした。

【0050】

各突起3の上底5には、上底5から下底6方向に向かって打ち抜かれた、平面視で三角形形状の開口部8が形成されている。この開口部8は、上底5の中央部に凹み形成された正三角錐形状の小凹部9と、小凹部9の中央部において、下底6方向に向かって打ち抜かれた三方向に切り込みを有する手裏剣状の開口10とからなる。小凹部9は、3枚の花弁状片が拡開する花弁状を呈するものとなる。ここでの小凹部9の一辺の長さ寸法nは、0.85mmである。図1に示すごとく、金属多孔体1の厚み寸法dは、0.44mmとした。さらに上底5の平坦部とバリ7の下端部とで規定される、打ち抜かれた部分の高さ寸法eは、0.24mmであり、e/dは0.55であった。また、突起形成後の金属体2の重量は、215g/m²であった。

【0051】

このように、各突起3を三角錐台状として、突起3の三角の一辺の伸び方向（図9においては辺nの伸び方向）が、金属板2（金属多孔体1）の長辺方向、すなわち基材である金属体2のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sへの送り込み方向と一致するようにしてあると、先の第2実施形態に係る図7の場合と同様に、プレス成型時に金属板2に作用する該金属板2をその長辺方向に伸ばそうとする力を可及的に小さく抑えることができる、金属板2が不用意に長辺方向に伸びることをよく防いで、金属多孔体1を寸法精度良く作製できる。また、金属多孔体1により皺ができたり、開口部8が大きくなつて金属多孔体1が断裂することもよく抑えることができる。

【0052】

以上のような立体構造を有する基材1は、図4に示すごとく、反対方向に回転する上下一対のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sに、金属板2を通すことで製造できる。この場合の各エンボスローラ12a・12bの表面には、図10(a)に示すように、多数の凸部14と凹部15とが、縦横交互に互い違いに設けられている。図10(b)に示すように、各凸部14は、下広がりの三角錐台状に突出形成されており、その突出部の中央部には、三角錐形状の微小凹部17が凹み形成されている。各凹部15は、上広がりの三角錐台状に凹み形成されており、その陥没部21の中央部には、平面視で凹部15の角部の方向に向かうような三個の頂点を備える三方手裏剣状の微小凸部18が突出形成されている。微小凸部8の各頂点と中央の突出頂点部とを結ぶ尾根部分は切刃状に形成されている。ここでは、凹凸部14・15の三角形の一辺の伸び方向が、金属板2の長辺方向、すなわち金属板2のエンボスローラ12a・12bへの送り込み方向と一致するように、これら凹凸部14・15を形成してある。

【0053】

図6に示すごとく、上下のエンボスローラ12a・12bの凸凹部14・15および微小凹凸部17・18は、互いに食い違うように設けられている。すなわち、上側のロール12aの凸部14と対峙する位置に、下側のロール12bの凹部15が位置しており、同様に上側のロール12aの微小凸部18と対峙する位置に、下側のロール12bの微小凹部17が位置している。かくして、上下のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sは、上下の凸凹部14・15および微小凹凸部17・18がかみ合う波歯型状となる。

【0054】

図4に示すようにエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sに金属板2を送り込むと、図9に示すごとく、交互に突出するような三角錐台状の突起3が、その三角形の一辺の伸び方向（図9においては辺nの伸び方向）が、金属体2の長辺方向と一致するような姿勢でもって、金属板2の表裏面に形成される。

【0055】

これら第1乃至3の実施形態に係る金属多孔体1の長辺方向の伸び率を、以下の表1に示す。具体的には、幅（短辺）90mm、長さ（長辺）800mmの金属体2に対して、図4に示すように長辺方向からエンボスローラ12a・12b内に挿入して、総厚み寸法が0.

28mmとなるまで圧縮加工を施して、金属多孔体1を得た。

【0056】

【表1】

	伸び率
第1実施形態	2.7%
第2実施形態	1.4%
第3実施形態	0.5%

【0057】

表1より、第1実施形態のように、四角台形状の突起3を構成する各辺の伸び方向と、金属体2のエンボスローラ12a・12bへの送り込み方向とが一致する形態では、金属体2の長辺方向の伸び率が、第2および第3実施形態よりも大きく、精度良く金属多孔体1を形成することが困難であることがわかる。

【0058】

それに比べて、第2実施形態のように、菱形錐台状の突起3の菱形の互いに向かい合う頂点を結んでなる二つの対角線i、jの一方の伸び方向（図7においては対角線jの伸び方向）が、金属板2（金属多孔体1）の長辺方向、すなわち基材である金属体2のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sへの送り込み方向と一致する場合や、第3実施形態のように、三角錐台状の突起3の三角の一辺の伸び方向（図9においては、辺nの伸び方向）が、金属板2（金属多孔体1）の長辺方向、すなわち基材である金属体2のエンボスローラ12a・12bの対向間隙Sへの送り込み方向と一致する場合には、第1実施形態に比べて、金属体2の伸び率が小さく、精度良く金属多孔体1を作製できることがわかる。

【0059】

上記実施形態では、四角錐台状や三角錐台状の突起3を有していたが、突起3や開口部8の形状はこれらに限られず、五角形や六角形などの多角形状であってもよい。

【0060】

本発明に係る金属多孔体は、多数独立の微細口を有する多孔性基材であるため、エアフィルターやオイルミストフィルター等の各種フィルターに適用できる。工業用脱臭触媒の担体に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明に係る金属多孔体の縦断側面図である。

【図2】第1実施形態に係る金属多孔体の一部の拡大平面図である。

【図3】第1実施形態で作製した基材の凹凸状態を示すために、基材表面を斜め方向から撮影（倍率20倍）した写真である。

【図4】本発明に係る金属多孔体の製造方法を説明するための図である。

【図5】(a)はエンボスロールの一部の拡大平面図、(b)は(a)のA-A線断面図である。

【図6】一対のエンボスロールの対向部の拡大断面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る金属多孔体の一部の拡大平面図である。

【図8】(a)はエンボスロールの一部の拡大平面図、(b)は(a)のB-B線断面図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係る金属多孔体の一部の拡大平面図である。

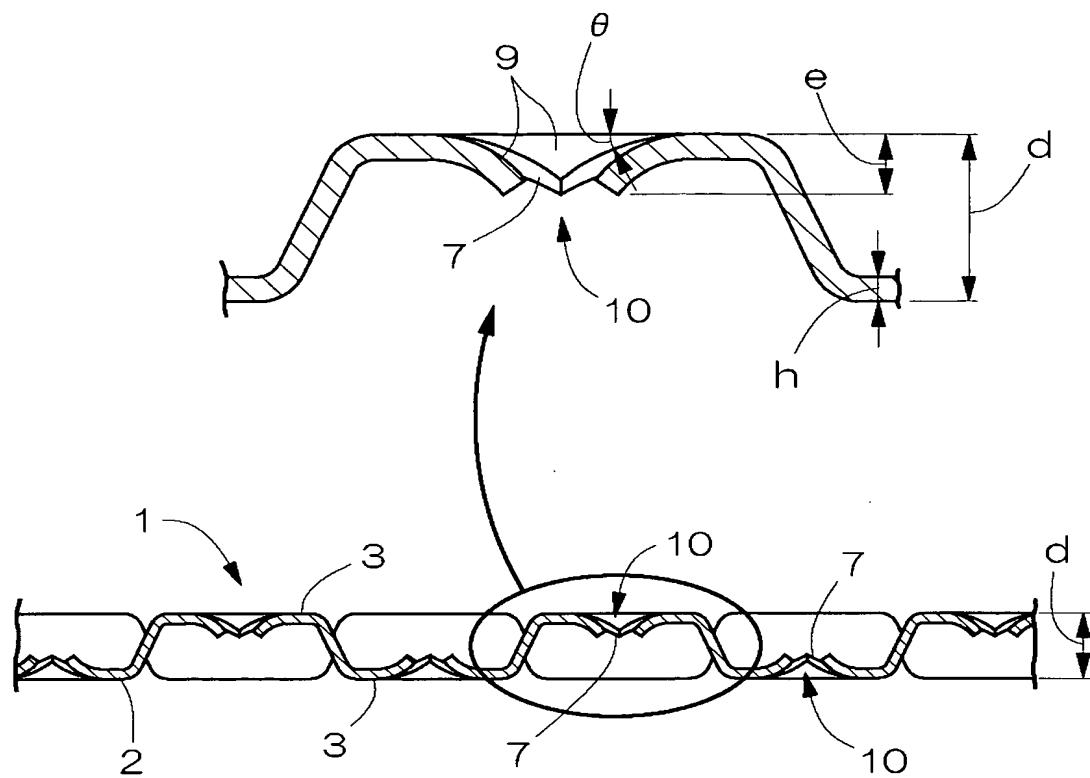
【図10】(a)はエンボスロールの一部の拡大平面図、(b)は(a)のC-C線断面図である。

【符号の説明】

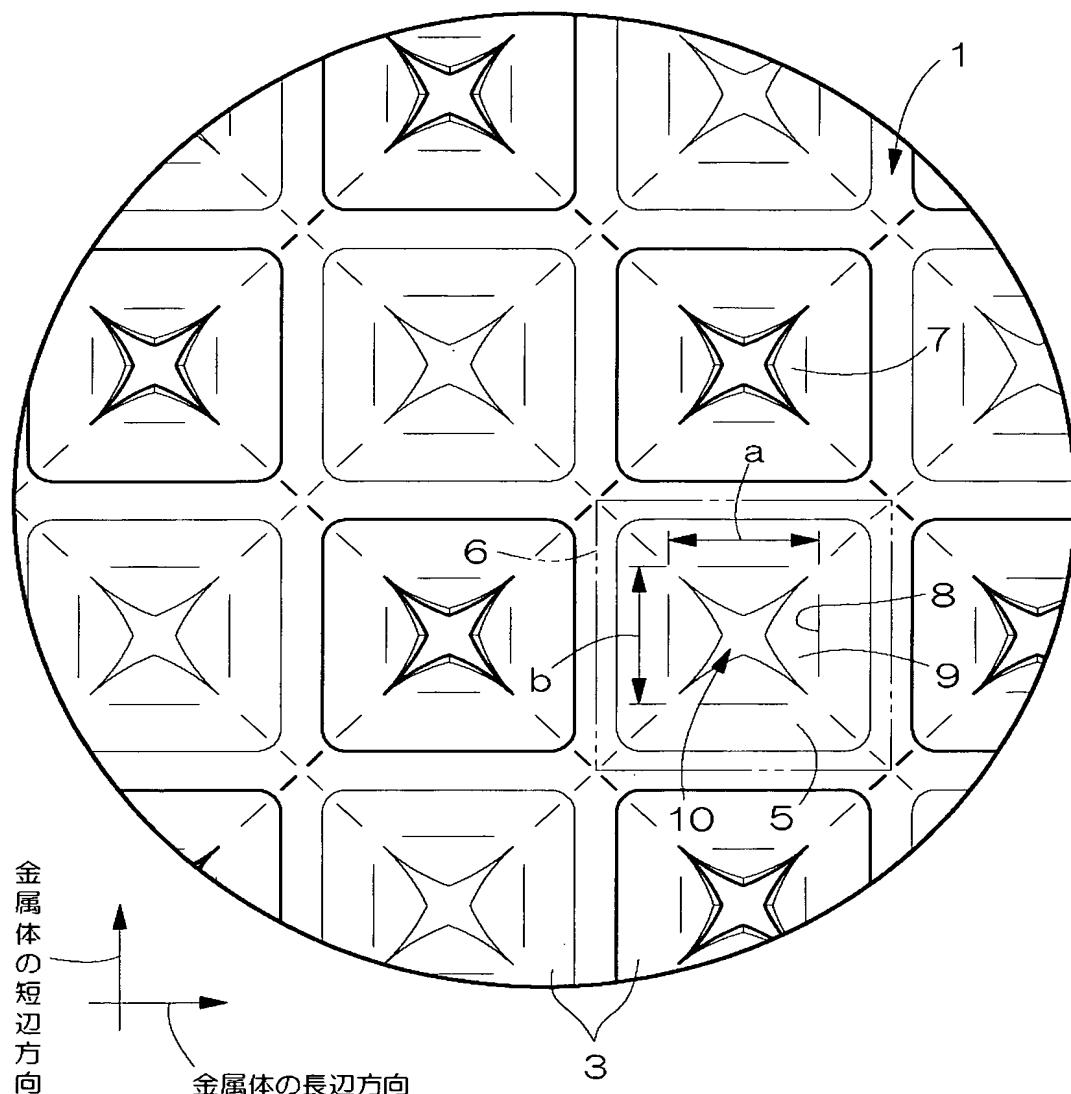
【0062】

- 1 金属多孔体
- 2 金属板
- 3 突起
- 5 上底
- 6 下底
- 8 開口部
- 1 2 エンボスロール
- 1 4 凸部
- 1 5 凹部
- 1 7 微小凹部
- 1 8 微小凸部

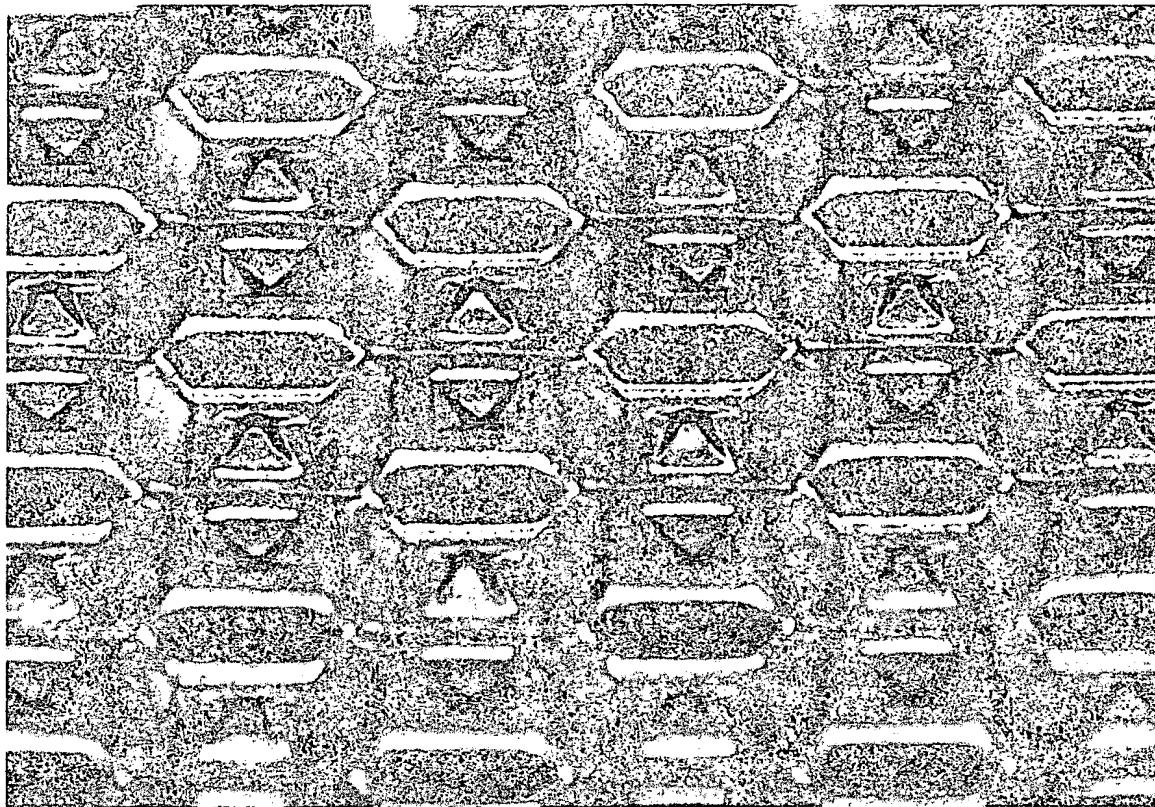
【書類名】 図面
【図1】



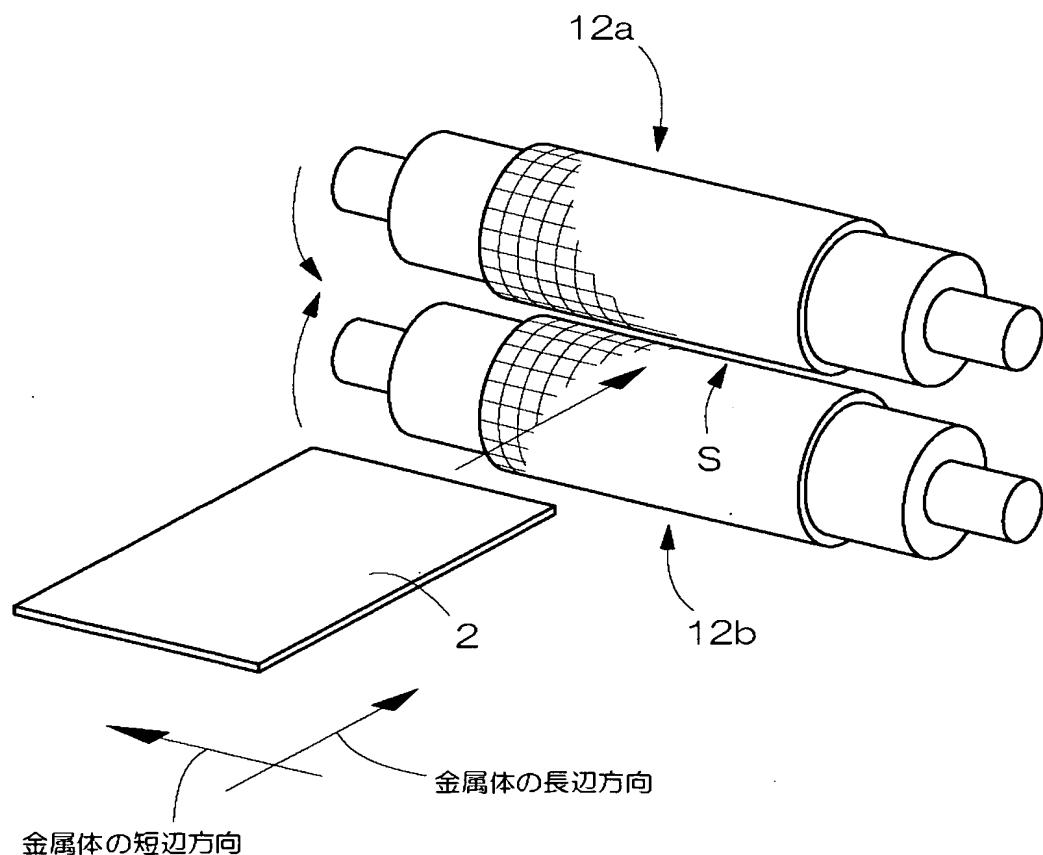
【図2】



【図3】

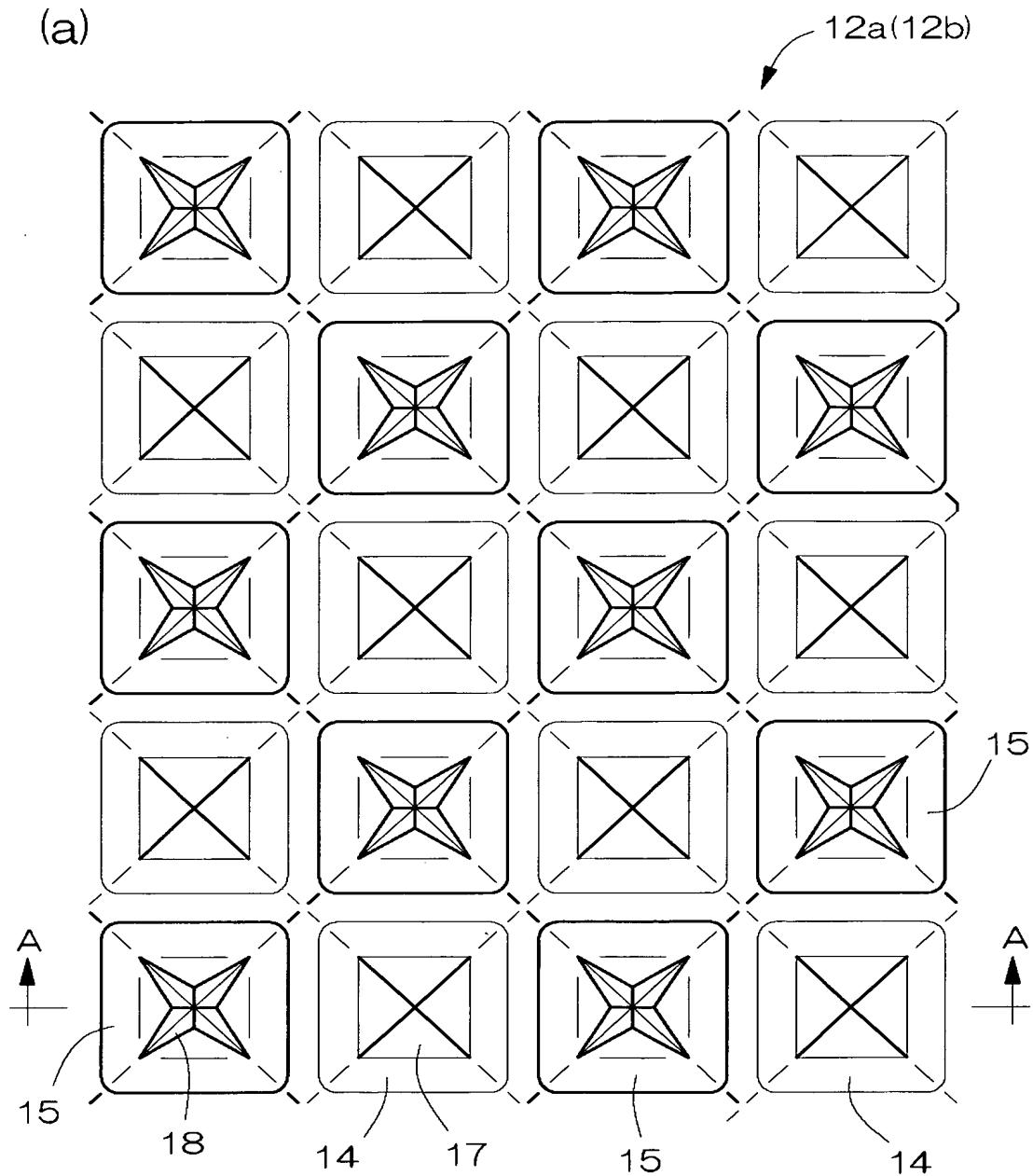


【図4】

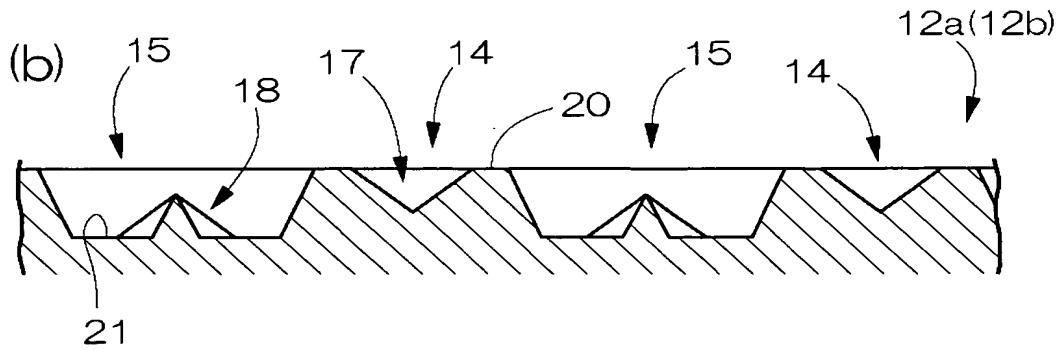


【図5】

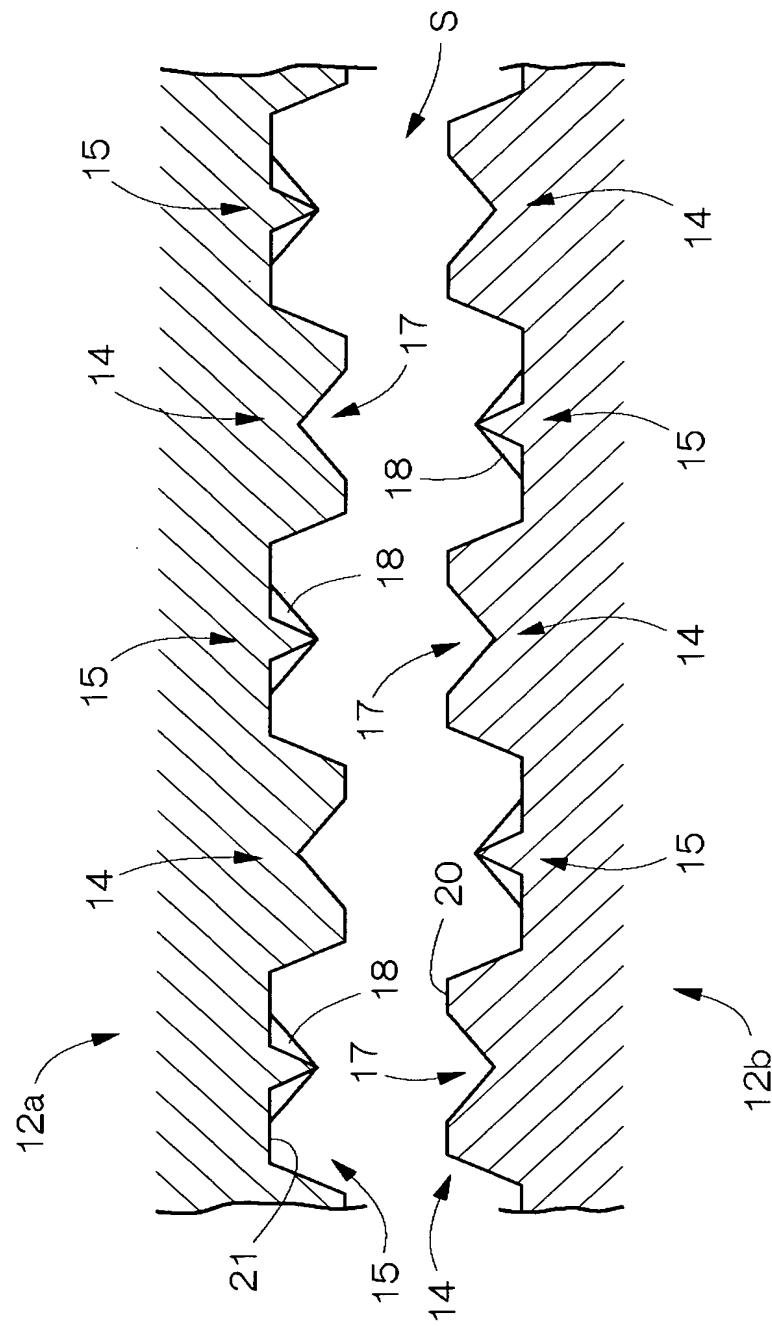
(a)



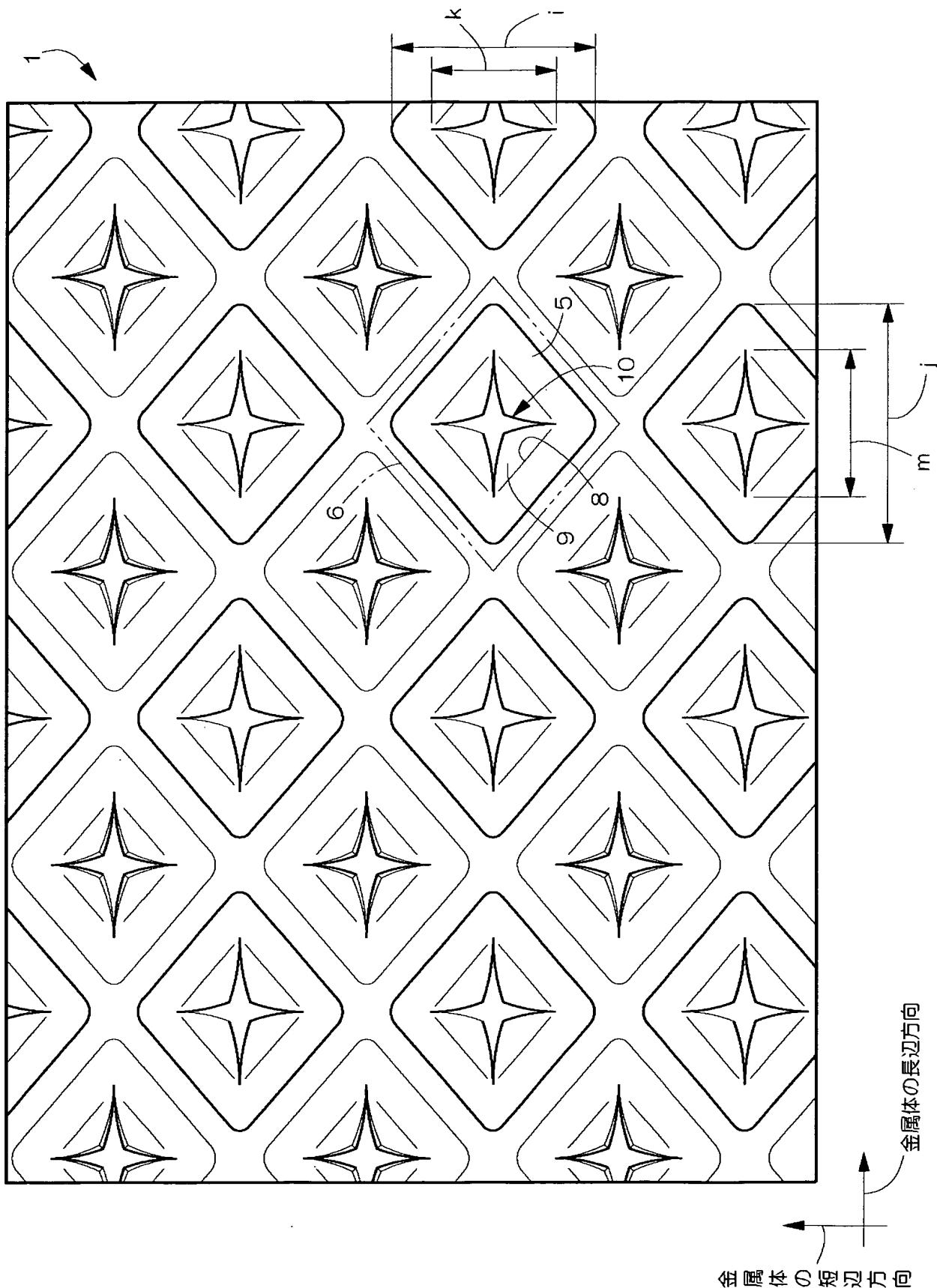
(b)



【図6】

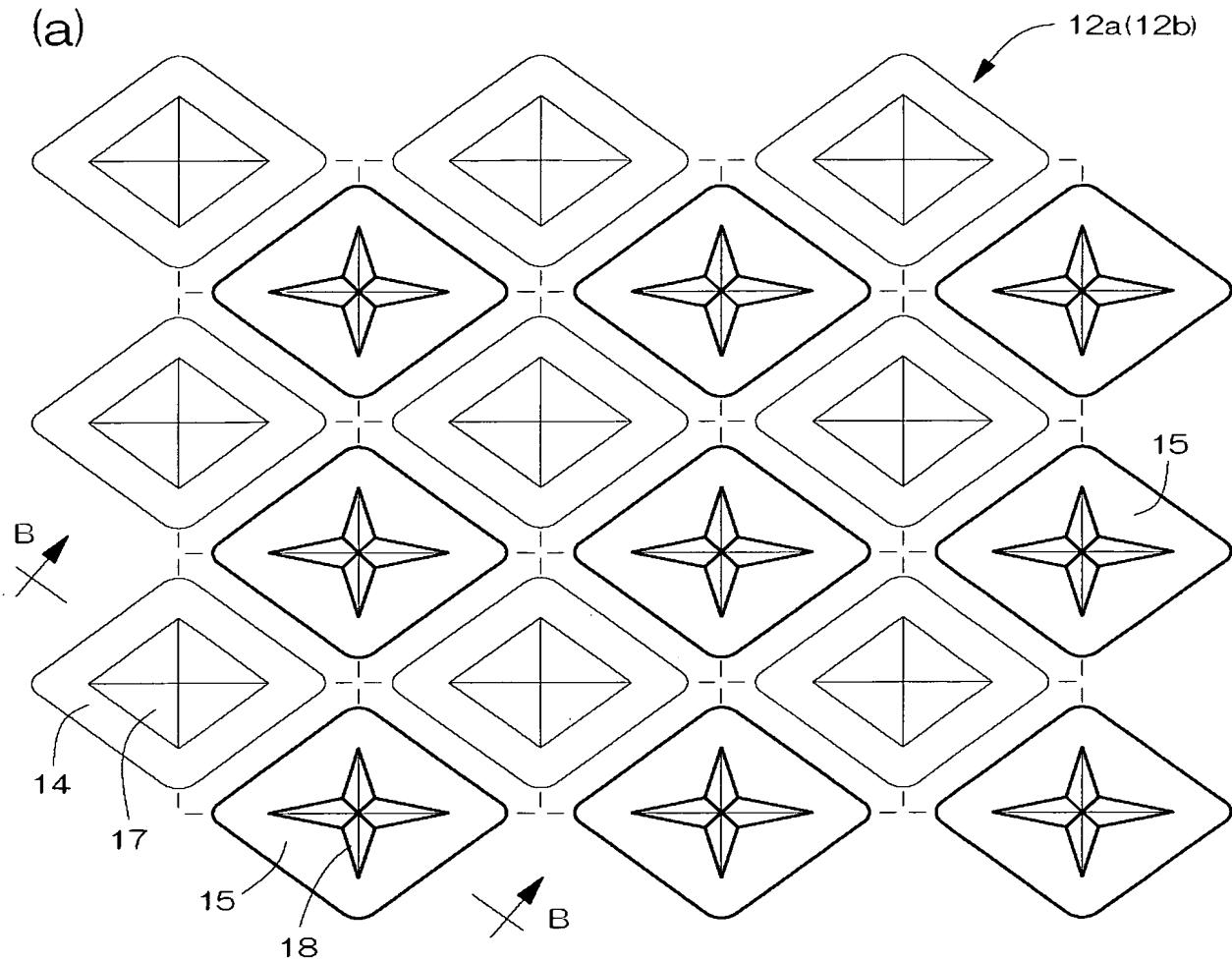


【図7】

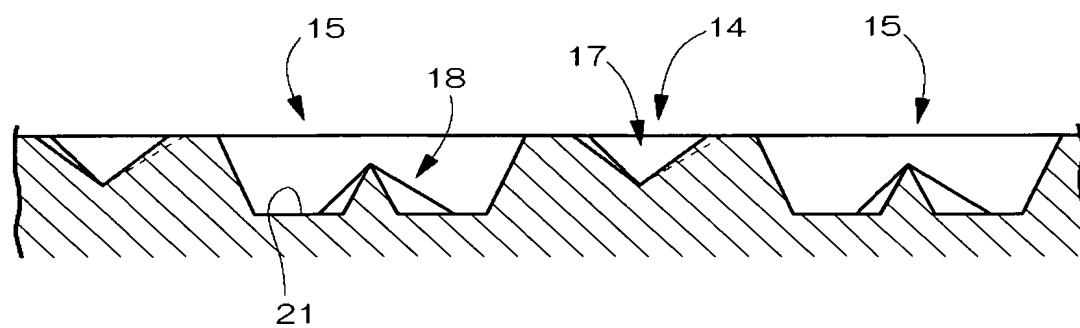


【図 8】

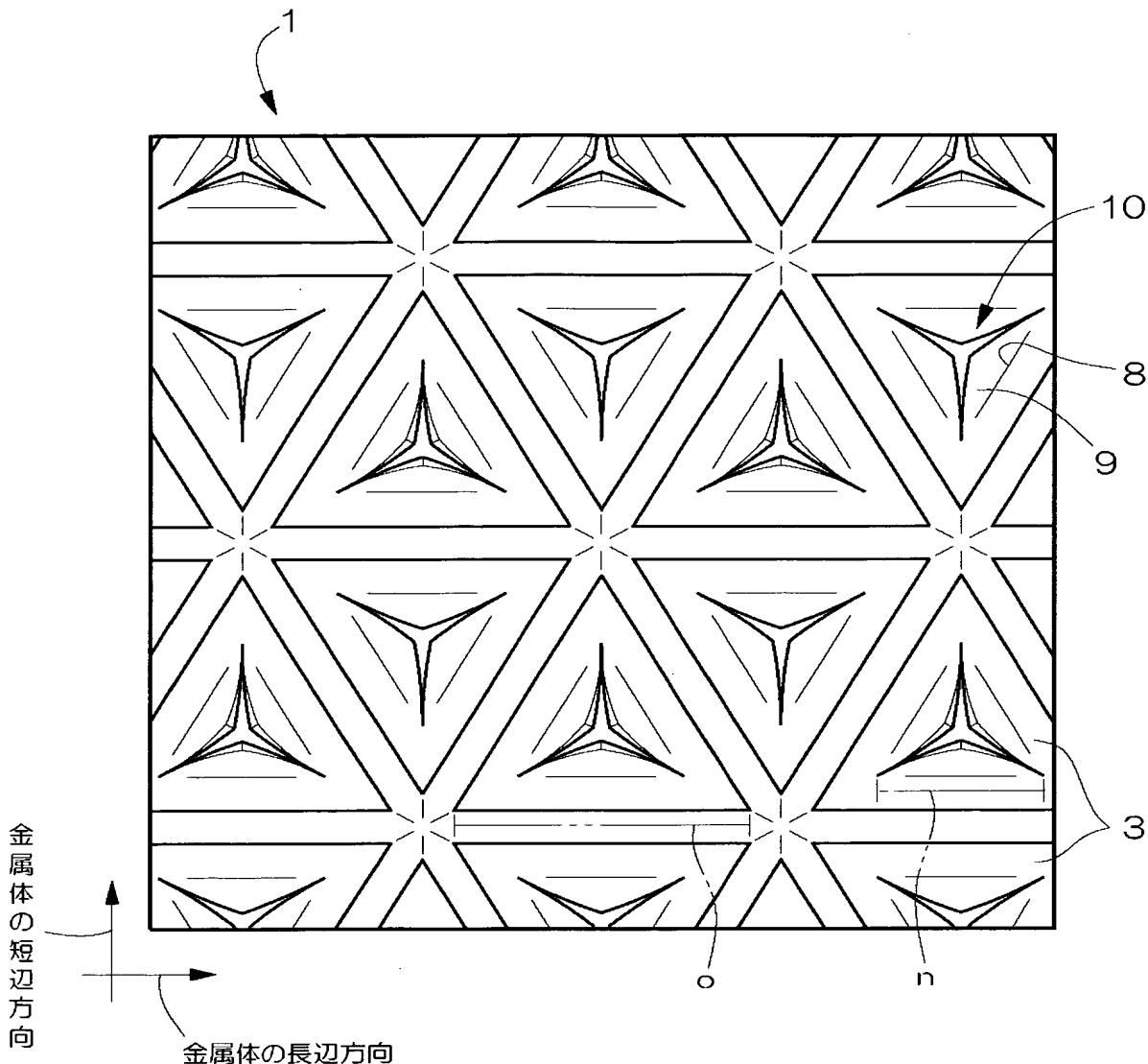
(a)



(b)

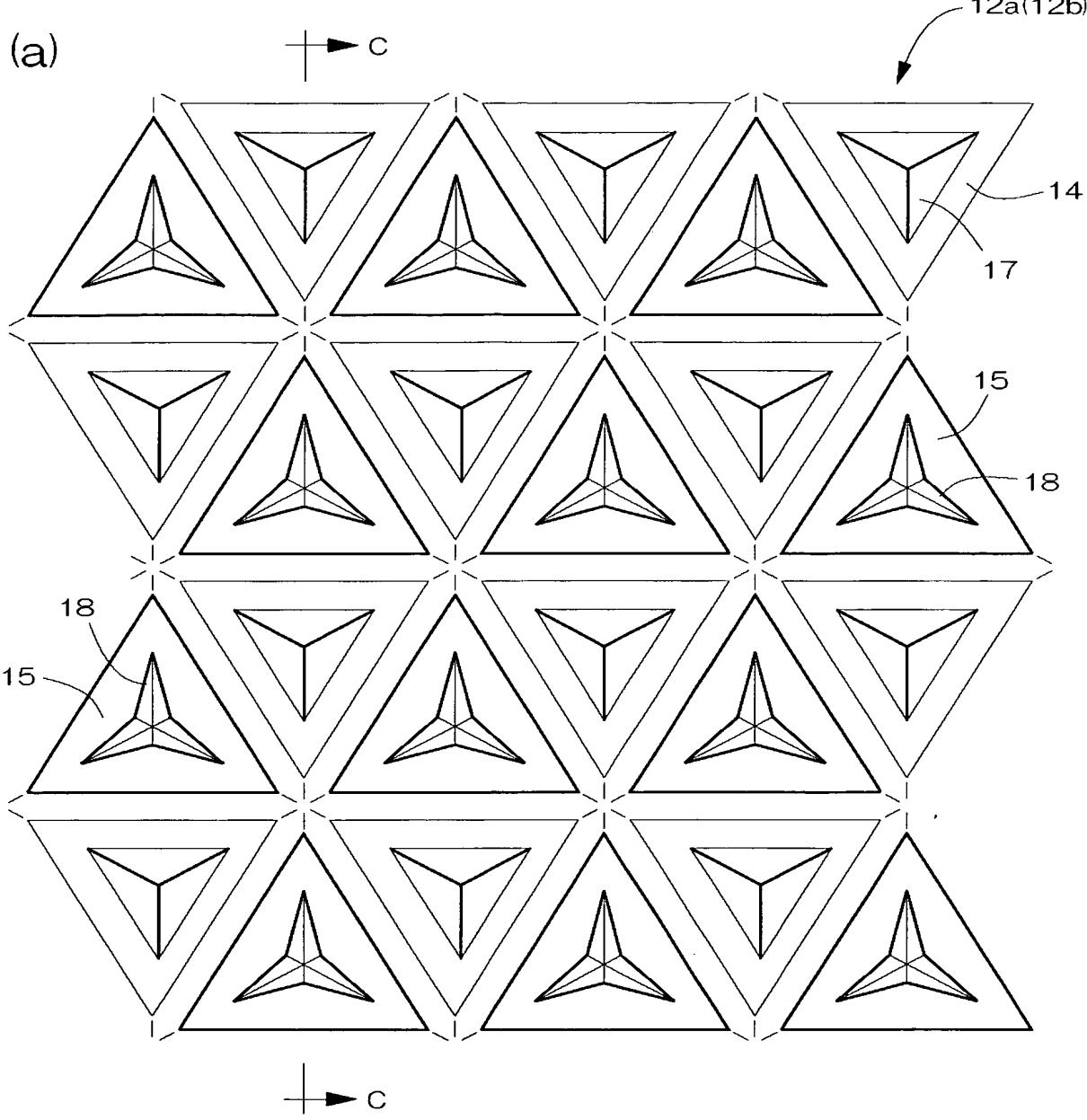


【図9】

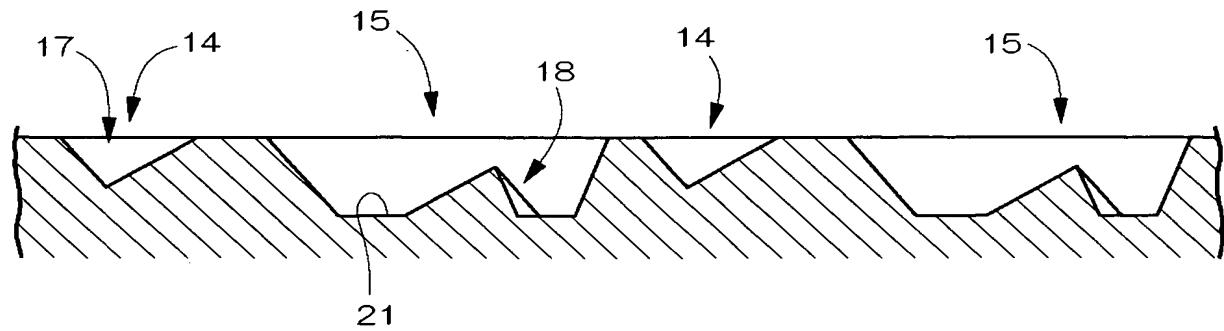


【図10】

(a)



(b)



【書類名】要約書

【要約】

【課題】断面が立体構造で表面にバリや鋭利な凸部が表面に一切なく、微細なピッチで並ぶ多数個の微細口を有し、しかも軽量でありながら堅固な骨格構造を持つ金属多孔体を提供する。

【解決手段】金属多孔体1は、金属板2の表裏に交互に突出するように形成された多数の突起3を有する。各突起3は、上底5（突出部）の面積が下底6の面積よりも狭い角錐台状に形成されている。各突起3の上底5には、上底側開口部の形状が多角形となるように、上底5から下底6の方向に向かって、打ち抜かれた開口部8が形成されている。そして、金属多孔体1の厚み寸法をd、打ち抜かれた部分の高さ寸法をeとしたときに、 $0.3 < e/d < 0.9$ が成り立つように各部の寸法を設定した。

【選択図】図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-355027
受付番号	50301712200
書類名	特許願
担当官	土井 恵子 4264
作成日	平成15年11月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年10月15日
-------	-------------

特願2003-355027

出願人履歴情報

識別番号 [000005810]

1. 変更年月日 2002年 6月10日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
氏 名 日立マクセル株式会社

特願 2003-355027

出願人履歴情報

識別番号 [502013090]

1. 変更年月日 2002年 1月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市淀川区三津屋中2丁目6番13号
氏 名 株式会社櫛部製作所